

ОЦЕНКА ТРЕЩИНОСТОЙКОСТИ СТАЛЕЙ ТИПА 05Г2СФ ПО КРИВЫМ РАЗРУШЕНИЯ

Морозова А.Н.

Руководители: к.т.н. Хотинов В.А.

УРФУ им. первого Президента России Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург
zazma7@mail.ru

Целью работы явилось изучение механизмов разрушения низкоуглеродистых сталей на основе совместного анализа диаграмм ударного разрушения образцов Шарпи и их поверхностей разрушения.

В качестве материала исследования использовались стали типа 05Г2СФ. Образцы вырезались из стенки труб диаметром 1420 мм с толщиной стенки 27,7 мм, сваренных из листа, полученного по режиму контролируемой прокатки с ускоренным охлаждением.

Фрактографический анализ поверхности разрушения образцов включал выявление и оценку размеров следующих зон [1]:

- сдвига Θ , примыкающей к надрезу,
- однородного вязкого разрушения L_C ,
- волокнутого (вязкого) разрушения L_B ,
- хрупкого разрушения $L_{ХР}$,
- вязкого долома L_D .

Ударные образцы Шарпи размером 10×10 мм разрушались на машине при температурах от +20 до -80°C с записью осциллограмм нагружения в координатах «усилие F – прогиб S » (рис.1).

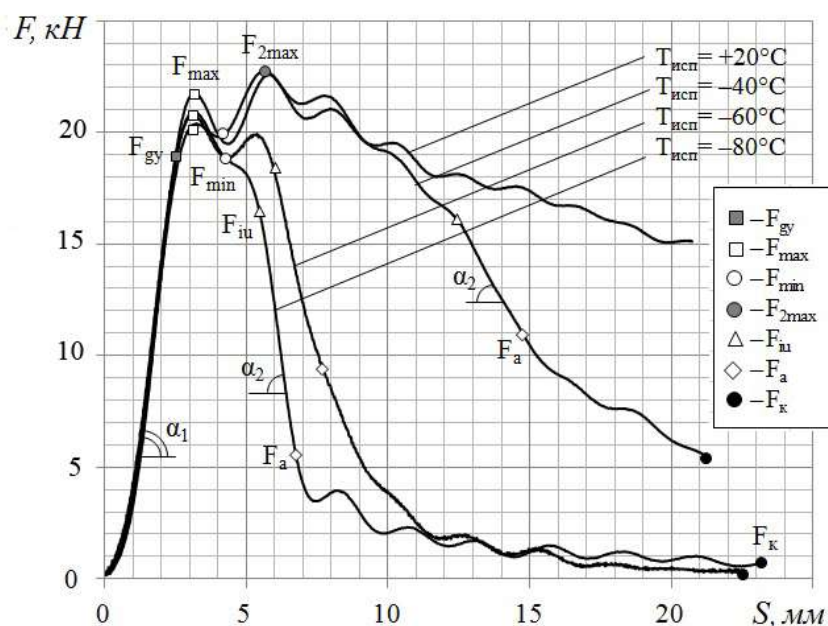


Рисунок 1. Диаграммы разрушения образцов стали 05Г2СФ при различных температурах испытания

На полученных кривых $F - S$ выделялись точки перегиба разделяющие их на участки, которые соответствуют различным стадиям распространения трещины.

До точки F_{gy} происходит упругопластический изгиб образца без формирования магистральной трещины. Участок $F_{gy} - F_{max}$ соответствует зарождению магистральной трещины. Тогда после F_{max} происходит распространение магистральной трещины, сопровождающееся пластическим изгибом образца. Для диаграмм разрушения образцов стали характерно формирование второго максимума нагрузки F_{2max} (рис. 1).

После т. F_{2max} (или F_{max}) в зависимости от уровня вязкости сталей наблюдается различный ход кривых на диаграммах разрушения $F = f(S)$ (рис. 1):

1) осциллирование нагрузки F , особенно ярко выраженное для сталей в высоковязком состоянии ($T_{исп} = 20^\circ C$), обеспечивающем остановку трещин в недоломанных образцах;

2) резкое снижение кривой по гладкой монотонной траектории, что характерно для хрупко разрушенных образцов;

3) сочетание этих двух типов кривых, когда осциллирующий участок в т. F_{iu} вплоть до т. F_a сменяется гладкой ниспадающей кривой ($T_{исп} = -40^\circ C$).

Установлено, что для исследуемых сталей наибольшее распространение имеет третий тип кривых $F - S$, когда разрушение образца происходит по смешанному механизму с различной долей вязкой и хрупкой компонент, что задается на диаграммах положение т. F_{iu} и т. F_a . С понижением уровня вязкости стали т. F_{iu} и F_a закономерно смещаются в сторону меньших значений F и S (рис. 1).

На завершающем этапе (после т. F_a), может вновь появиться биение кривой $F - S$, что является индикатором возникновения вязкой компоненты разрушения образца при доломе.

Точки перегиба на кривых $F - S$ показывают смену механизмов разрушения.

Сопоставление данных фрактографического исследования с участками диаграмм разрушения позволило выделить, что участок $F_{gy} - F_{max}$ (F_{min}) соответствует зоне θ , где происходит зарождение и страгивание трещины. На не доломанных образцах стали 05Г2СФ ($T_{исп} = 20^\circ C$) трещина успевает пройти до своей остановки, в основном зону чисто вязкого разрушения L_c , что сопровождается биением нагрузки F (рис. 1). Наступление стадии совместного действия вязкого и хрупкого механизмов распространения трещины длится от т. F_{max} вплоть до т. F_a . Соответственно, участок $F_{iu} - F_a$, где существенна охрупчивающая компонента, в стали 05Г2СФ проявляется как зона L_B , в которой

охрупчивающее действие связано с появлением расщеплений при общем макровязком механизме разрушения.

Зона вязкого разрушения при долоте (зона L_d) проявляется как возобновление биения кривой $F - S$.

Список используемой литературы:

1. Фарбер В.М., Арабей А.Б., Пышминцев И.Ю., Хотинев В.А., Журавкова А.Н., Чусова Е.Н. Фрактографическая диагностика трещиностойкости труб группы прочности X80 (K65) по результатам испытаний ударной вязкости // Труды XVIII Межд. науч.-техн. конф. Трубы-2010: Челябинск, РосНИТИ, 2010, с. 108-117.